

PCT/JP00/02611

25.05.00 EU

JP00/02611
日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

REC'D 27 JUL 2000

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1999年 6月17日

出 願 番 号
Application Number:

平成11年特許願第171072号

出 願 人
Applicant(s):

日本電信電話株式会社

09/787927

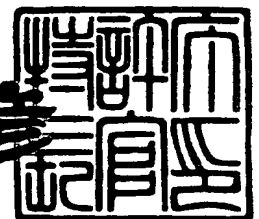
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 6月29日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特2000-3049125

【書類名】 特許願

【整理番号】 NTTH115332

【提出日】 平成11年 6月17日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H03D 3/00

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿三丁目 1 9 番 2 号 日本電信電話株式会社内

 【氏名】 熊谷 智明

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿三丁目 1 9 番 2 号 日本電信電話株式会社内

 【氏名】 溝口 匡人

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿三丁目 1 9 番 2 号 日本電信電話株式会社内

 【氏名】 守倉 正博

【特許出願人】

 【識別番号】 000004226

 【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100074930

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 山本 恵一

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 001742

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9701414

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 OFDM復調装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 直交周波数多重 (OFDM) 信号を受信して所定の受信処理を行う受信手段と、

前記受信手段が出力する受信信号に対してタイミング同期処理および搬送波周波数同期処理を行い同期後の信号および搬送波周波数誤差情報を出力する同期処理手段と、

前記同期処理手段によってタイミング同期処理および搬送波周波数同期処理された信号をフーリエ変換を用いて各サブキャリア毎の信号に分離するフーリエ変換手段と

を備える OFDM 復調装置において、

前記フーリエ変換手段によって分離された各サブキャリア信号を用いてチャネル特性の推定を行うチャネル推定手段と、

前記チャネル推定手段によって得られたチャネル特性の推定結果を用いて前記フーリエ変換手段によって分離されたサブキャリア信号に対し等化処理および同期検波処理を行い検波信号を出力する同期検波手段と、

前記同期検波手段から出力される検波信号のうちパイロット信号に相当する各信号の位相回転量を検出し残留搬送波周波数誤差および位相雑音に起因する位相回転の情報を各パイロット信号毎に生成する位相回転検出手段と、

前記フーリエ変換手段によって分離された各サブキャリア信号のうちパイロット信号の信号レベル情報を抽出する信号レベル情報抽出手段と、

前記信号レベル情報抽出手段によって得られた各パイロット信号の信号レベル情報に基づいて前記位相回転検出手段から出力される各パイロット信号の位相回転情報に対し重み付けを行う重み付け手段と、

前記重み付け手段によって重み付けされた各パイロット信号の位相回転情報を用いてチャネル推定時からの各パイロット信号の位相回転の累積量をそれぞれ算出する累積量演算手段と、

前記累積量演算手段によって得られた各パイロット信号の位相回転の累積量を

1 OFDMシンボル内で平均化を行うシンボル内平均手段と、

前記シンボル内平均手段によって得られたひとつのOFDMシンボル内で平均化されたパイロット信号の位相回転の累積量を複数OFDMシンボルに渡って時間方向に移動平均処理を行う移動平均手段と、

前記移動平均手段によって移動平均処理された位相回転の累積量を前記累積量演算手段によって累積されたOFDMシンボル数で除算を行いひとつのOFDMシンボルあたりの平均の位相回転量を出力する除算手段と、

前記移動平均手段によって移動平均処理された位相回転の累積量に含まれる移動平均に起因する遅延によって生じる遅延誤差を前記除算手段によって得られるひとつのOFDMシンボルあたりの平均の位相回転量を用いて補正を行う遅延補正手段と、

前記遅延補正手段から出力される遅延補正処理後の位相回転の累積量に基づいて前記同期検波手段から出力される検波信号に対し残留搬送波周波数誤差および位相雑音により生じる位相回転を補正する位相回転補正手段と

を設けたことを特徴とするOFDM復調装置。

【請求項2】 請求項1のOFDM復調装置において、

前記除算手段が、

前記累積量演算手段によって累積されたOFDMシンボル数が 2^N （N：自然数）で表される時にNビットのビットシフトにより実現されること

を特徴とするOFDM復調装置。

【請求項3】 前記信号レベル情報抽出手段によって得られた各パイロット信号の信号レベル情報を各パイロット信号毎に時間方向に平滑化を行う信号レベル情報平滑化手段がもうけられ、前記重み付けは平滑化された信号レベル情報に基づいて行われる請求項1又は2に記載のOFDM復調装置。

【請求項4】 請求項3のOFDM復調装置において、

前記信号レベル情報平滑化手段が、

前記信号レベル情報抽出手段によって得られた各パイロット信号の信号レベル情報を各パイロット信号毎に複数シンボルに渡って時間方向に移動平均処理を行う手段を有すること

を特徴とする OFDM 復調装置。

【請求項 5】 請求項 3 の OFDM 復調装置において、

前記信号レベル情報平滑化手段が、

前記信号レベル情報抽出手段によって得られた各パイロット信号の信号レベル情報をそれぞれ時間方向に積分するとともに該積分を行った回数で除算を行う手段を有すること

を特徴とする OFDM 復調装置。

【請求項 6】 請求項 3 の OFDM 復調装置において、

前記信号レベル情報平滑化手段が、

前記信号レベル情報抽出手段によって得られた各パイロット信号の信号レベル情報をそれぞれ時間方向に積分するとともに該積分を行った回数が 2^M (M : 自然数) で表される時に M ビットのビットシフトにより除算を行う手段を有すること

を特徴とする OFDM 復調装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、直交周波数分割多重 (Orthogonal Frequency Division Multiplexing: OFDM) 方式のデジタル無線通信システムに用いられる OFDM 復調装置に関し、特に残留搬送波周波数誤差および位相雑音に起因する劣化を高精度に補償する OFDM 復調装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

OFDM 方式のデジタル無線通信システムでは、互いに周波数の異なる直交する複数のサブキャリアを同時に使用して情報を伝送する。従って、受信側では一般に高速フーリエ変換 (FFT) を用いて受信した OFDM 信号から各サブキャリアの信号成分を分離する。また、OFDM 方式では送信する各シンボルの間にガードインターバルを設ける。一般にこのガードインターバルでは、送信する各シンボルのデータ部分を循環的に拡張した信号を送信する。データ部分を循環

的に拡張した信号をガードインターバルで送信することにより、受信したOFDM信号のタイミングと受信側のシンボルタイミング（FFTウィンドウタイミング）とが多少ずれている場合であっても、ずれの大きさがガードインターバル内に収まる程度であれば、隣接シンボルからの干渉を受けずに受信信号を復調することができる。

【0003】

従来例のOFDM復調装置について、図7を参照して説明する。なお、この例では図6に示すバーストフォーマットのOFDM信号を送受信する場合を想定している。

【0004】

図7において、アンテナ1で受信されたOFDM信号は、受信回路2に入力される。受信回路2は、入力されるOFDM信号に対して周波数変換、フィルタリング、直交検波等の受信処理を施す。この受信処理の結果、複素ベースバンド信号として受信信号が受信回路2から出力される。

【0005】

受信回路2から出力される複素ベースバンド信号は、同期処理回路3に入力される。同期処理回路3は、入力される複素ベースバンド信号に含まれる同期用プリアンブル信号（図6参照）を用いて搬送波周波数誤差およびシンボルタイミングを検出する。そして、受信回路2から入力される複素ベースバンド信号に対して、検出した搬送波周波数誤差の情報を用いて搬送波周波数誤差を補正するための処理を施す。

【0006】

同期処理回路3は、搬送波周波数誤差の補正された複素ベースバンド信号と、検出したシンボルタイミングの情報を出力する。同期処理回路3から出力された搬送波周波数誤差の補正された複素ベースバンド信号と、検出したシンボルタイミングの情報はガードインターバル除去回路4に入力される。なお、シンボルタイミングの検出は、受信したOFDM信号のシンボル間に存在するガードインターバルを除去して各シンボルから有効なデータ成分を抽出するために必要になる。

【0007】

ガードインターバル除去回路4は、同期処理回路3から入力されるシンボルタイミングの情報に従って、入力される複素ベースバンド信号にFFTウィンドウ処理を施す。すなわち、複素ベースバンド信号の1個のOFDMシンボル毎に、FFTウィンドウの時間幅の信号成分だけを抽出し、ガードインターバルを除去する。FFTウィンドウの時間幅は、1OFDMシンボル長からガードインターバルに相当する信号長を引いた時間幅である。

【0008】

ガードインターバル除去回路4によってガードインターバルを除去された複素ベースバンド信号がフーリエ変換回路5に入力される。フーリエ変換回路5は、入力される複素ベースバンド信号に1個のOFDMシンボル毎に高速フーリエ変換処理を施して、入力信号に含まれる多数のサブキャリアの各信号成分をそれぞれ分離する。フーリエ変換回路5で分離された各サブキャリアの信号は、同期検波回路7、チャネル推定回路6およびパイロット信号レベル情報抽出回路8にそれぞれ入力される。

【0009】

チャネル推定回路6は、入力される各サブキャリアの信号のうち、チャネル推定用プリアンブル信号（図6参照）に相当する信号成分を用いて受信したOFDM信号が通ってきた伝送路（チャネル）の状態を推定し、その推定結果を出力する。チャネル推定回路6のチャネル推定結果を参照することにより、例えば、各々のサブキャリアの振幅や位相がフェージングによってどのような影響を受けているのかを知ることができる。チャネル推定回路6のチャネル推定結果は、同期検波回路7に入力される。

【0010】

パイロット信号レベル情報抽出回路8は、入力されるサブキャリアの信号のうちのパイロット信号の信号レベルを1個のOFDMシンボル毎にそれぞれ検出する。パイロット信号レベル情報抽出回路8によって検出された各パイロット信号の信号レベル情報は重み付け回路12に入力される。

【0011】

同期検波回路 7 は、フーリエ変換回路 5 から入力される複素ベースバンド信号について、チャンネル推定回路 6 から入力される各サブキャリアのチャンネル推定結果を利用して、サブキャリア毎に、フェージング等のチャンネル特性に起因する振幅変動および位相回転を補正するとともに同期検波を行う。同期検波回路 7 が出力する検波信号は、位相回転補正回路 10 に入力されるとともにパイロット信号位相回転抽出回路 9 に入力される。

【0012】

パイロット信号位相回転抽出回路 9 は、同期検波回路 7 から入力される検波信号のうち各パイロット信号に相当する信号の位相情報を 1 個の OFDM シンボル毎にそれぞれ抽出し、位相雑音および残留周波数誤差による各パイロット信号の位相回転量を演算する。なお、位相雑音は送信装置の送信処理部および受信装置の受信処理部の不完全性によって位相成分に付加される雑音であり、残留周波数誤差は受信装置の同期処理回路における搬送波同期処理の際に受信回路の熱雑音等の影響により残留してしまう搬送波周波数誤差である。この各パイロット信号の位相回転情報がパイロット信号位相回転抽出回路 9 から出力される。パイロット信号位相回転抽出回路 9 から出力される各パイロット信号の位相回転情報は重み付け回路 12 に入力される。

【0013】

重み付け回路 12 は、パイロット信号位相回転抽出回路 9 から 1 OFDM シンボル毎に入力される各パイロット信号の位相回転情報に対し、パイロット信号レベル情報抽出回路 8 から入力される各パイロット信号の信号レベル情報を用いてそれぞれ重み付けを行い、重み付け後の各パイロット信号の位相回転情報信号を生成する。この重み付けは、パイロット信号レベル情報抽出回路 8 からの各パイロット信号の信号レベル情報に基づいて、信号レベルが大きいパイロット信号の位相回転情報には大きい重み付けを行い、信号レベルが小さいパイロット信号の位相回転情報には小さい重み付けを行う。また、重み付け後の各パイロット信号の位相回転情報信号の生成は、例えば、入力される各パイロット信号の位相回転量を位相成分とし、入力される各パイロット信号の信号レベル値を振幅成分に持つようなベクトル信号を各パイロット信号についてそれぞれ生成することにより

行うことができる。重み付け後の各パイロット信号の位相回転情報信号（前述の例では各パイロット信号に対応する各ベクトル信号）が1個のOFDMシンボル毎に重み付け回路12から出力される。重み付け回路12から出力される重み付け後の各パイロット信号の位相回転情報信号はシンボル内平均回路13に入力される。

【0014】

シンボル内平均回路13は、重み付け回路12から1個のOFDMシンボル毎に入力される重み付け後の各パイロット信号の位相回転情報信号を1個のOFDMシンボル内で平均化を行う。前述の例では、1個のOFDMシンボル内の各パイロット信号に対応するベクトル信号をベクトル加算する。位相雑音および残留周波数誤差に起因する各サブキャリアの位相回転量は、1個のOFDMシンボル内では各サブキャリアでほぼ同一となる。従って、1個のOFDMシンボル内で各パイロット信号の位相回転情報信号を平均化することにより、当該OFDMシンボル中の各サブキャリアの信号の、位相雑音および残留周波数誤差のような各サブキャリアの位相回転量が1個のOFDMシンボル内で同一となるような要因に起因する位相回転量を精度良く知ることができる。1個のOFDMシンボル内で平均化された重み付け後の各パイロット信号の位相回転情報信号が1個のOFDMシンボル毎にシンボル内平均回路13から出力される。シンボル内平均回路13から出力される1個のOFDMシンボル内で平均化された重み付け後の各パイロット信号の位相回転情報信号は移動平均回路14に入力される。

【0015】

移動平均回路14は、1個のOFDMシンボル毎に入力される1個のOFDMシンボル内で平均化された重み付け後の各パイロット信号の位相回転情報信号に対し、時間方向の移動平均処理を行い出力する。この時間方向の移動平均処理により、受信回路2において信号に付加された熱雑音等による信号の劣化を除去することができる。移動平均回路14から出力される移動平均後の位相回転情報信号は位相回転補正回路10に入力される。

【0016】

位相回転補正回路10は、移動平均回路14から入力される移動平均後の位相

回転情報信号を用いて、同期検波回路 7 から入力される検波信号に含まれる位相雑音および残留周波数誤差に起因する位相回転を補正する。位相回転補正後の検波信号が位相回転補正回路 10 から出力される。位相回転補正回路 10 から出力される位相回転補正後の検波信号は識別回路 15 に入力される。

【0017】

識別回路 15 は、入力される検波信号のうち、データ信号（図 6 参照）についてシンボル判定を行い、その判定結果を復調出力として出力する。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】

前述のように、残留周波数誤差および位相雑音に起因する同期検波後の各サブキャリア信号に含まれる位相回転の補正を行う場合には、パイロット信号に相当する同期検波後の信号の位相回転量を検出し、パイロット信号の受信信号レベルに応じた精度の良い重み付けを行うとともに 1 個の OFDM シンボル内で平均化処理を行い、更に、熱雑音の影響を低減させるために複数シンボルに渡って時間方向に移動平均処理を行って各サブキャリアの位相回転を検出し、その検出結果に基づいて同期検波後の各サブキャリア信号の位相回転の補正を行う。

【0019】

ところで、シンボル内平均回路 13 から出力される信号は、主として位相雑音に起因する位相回転成分、残留搬送波周波数誤差に起因する位相回転成分および熱雑音による位相回転成分の累積値から構成されている。図 7 に示した従来の OFDM 復調装置の移動平均回路 14 は、シンボル内平均回路 13 から出力される信号のうち、熱雑音による位相回転成分を除去し、位相雑音に起因する位相回転成分および残留搬送波周波数誤差に起因する位相回転成分を精度良く検出することを目的として設けられている。ここで、ある信号に対し一定期間に渡る移動平均処理を行う場合を考えてみる。この場合、移動平均処理を行う期間内の信号の変化量が十分小さいときには、熱雑音等の影響を低減しつつ精度良く信号成分を検出することが可能である。しかしながら、移動平均処理を行う期間内の信号の変化量が大きい場合には、移動平均処理することによって雑音成分のみならず信号成分自体が平均化されてしまうため、移動平均後の信号成分には劣化が生じて

しまうことになる。実際には、位相雑音に起因する位相回転成分は数 OFDM シンボル程度では殆ど変化しない。従って、移動平均処理を行っても位相雑音に起因する位相回転成分には劣化が殆ど生じない。しかしながら、残留搬送波周波数誤差に起因する位相回転成分の累積値は単調増加（あるいは単調減少）し、また、1 個の OFDM シンボル毎の位相回転成分の累積値の増加量は比較的大きいため、移動平均処理を行うとその信号成分には劣化が生じてしまう。従って、移動平均回路 14 が出力する移動平均後の位相回転情報信号のうちの残留搬送波周波数誤差に起因する位相回転成分には残留搬送波周波数誤差量および移動平均する期間に比例した一定の誤差が生じることになる。従って、位相回転補正回路 10 において移動平均回路 14 から出力される移動平均後の位相回転情報信号を用いて各サブキャリア信号の位相回転の補正を行うと、補正後の信号には残留搬送波周波数誤差量に応じた劣化が生じる問題がある。

【0020】

本発明は、上述のような OFDM 復調装置において、残留搬送波周波数誤差が存在する場合に受信側で復調される信号の劣化を抑制するとともに回路構成の複雑化を回避することを目的とする。

【0021】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 は、OFDM 信号を受信して所定の受信処理を行う受信手段と、前記受信手段が出力する受信信号に対してタイミング同期処理および搬送波周波数同期処理を行い同期後の信号および搬送波周波数誤差情報を出力する同期処理手段と、前記同期処理手段によってタイミング同期処理および搬送波周波数同期処理された信号をフーリエ変換を用いて各サブキャリア毎の信号に分離するフーリエ変換手段とを備える OFDM 復調装置において、前記フーリエ変換手段によって分離された各サブキャリア信号を用いてチャネル特性の推定を行うチャネル推定手段と、前記チャネル推定手段によって得られたチャネル特性の推定結果を用いて前記フーリエ変換手段によって分離されたサブキャリア信号に対し等化処理および同期検波処理を行い検波信号を出力する同期検波手段と、前記同期検波手段から出力される検波信号のうちパイロット信号に相当する各信号の位相回転量を

検出し残留搬送波周波数誤差および位相雑音に起因する位相回転の情報を各パイロット信号毎に生成する位相回転検出手段と、前記フーリエ変換手段によって分離された各サブキャリア信号のうちパイロット信号の信号レベル情報を抽出する信号レベル情報抽出手段と、前記信号レベル情報抽出手段によって得られた各パイロット信号の信号レベル情報に基づいて前記位相回転検出手段から出力される各パイロット信号の位相回転情報に対し重み付けを行う重み付け手段と、前記重み付け手段によって重み付けされた各パイロット信号の位相回転情報を用いてチャンネル推定時からの各パイロット信号の位相回転の累積量をそれぞれ算出する累積量演算手段と、前記累積量演算手段によって得られた各パイロット信号の位相回転の累積量をひとつのOFDMシンボル内で平均化を行うシンボル内平均手段と、前記シンボル内平均手段によって得られたひとつのOFDMシンボル内で平均化されたパイロット信号の位相回転の累積量を複数OFDMシンボルに渡って時間方向に移動平均処理を行う移動平均手段と、前記移動平均手段によって移動平均処理された位相回転の累積量を前記累積量演算手段によって累積されたOFDMシンボル数で除算を行い1個のOFDMシンボルあたりの平均の位相回転量を出力する除算手段と、前記移動平均手段によって移動平均処理された位相回転の累積量に含まれる移動平均に起因する遅延によって生じる遅延誤差を前記除算手段によって得られるひとつのOFDMシンボルあたりの平均の位相回転量を用いて補正を行う遅延補正手段と、前記遅延補正手段から出力される遅延補正処理後の位相回転の累積量に基づいて前記同期検波手段から出力される検波信号に対し残留搬送波周波数誤差および位相雑音により生じる位相回転を補正する位相回転補正手段とを設けたことを特徴とする。

【0022】

チャンネル推定手段は、前記フーリエ変換手段によって分離された各サブキャリア信号を用いてチャンネル特性の推定を行う。同期検波手段は、前記チャンネル推定手段によって得られたチャンネル特性の推定結果を用いて前記フーリエ変換手段によって分離されたサブキャリア信号に対し等化処理および同期検波処理を行い検波信号を出力する。位相回転検出手段は、前記同期検波手段から出力される検波信号のうちパイロット信号に相当する各信号の位相回転量を検出し残留搬送波周

波数誤差および位相雑音に起因する位相回転の情報を各パイロット信号毎に生成する。信号レベル情報抽出手段は、前記フーリエ変換手段によって分離された各サブキャリア信号のうちパイロット信号の信号レベル情報を抽出する。受信手段による受信処理時に受信信号に熱雑音が付加されると、フーリエ変換手段によって分離される各サブキャリア信号の振幅成分と位相成分の両方に誤差が生じることになる。信号レベル情報抽出手段はフーリエ変換手段によって分離された各サブキャリア信号を用いてパイロット信号の信号レベル情報を抽出するため、受信手段による受信処理時に受信信号に熱雑音が付加されると、信号レベル情報抽出手段によって抽出される各パイロット信号の信号レベル情報にも熱雑音の影響による誤差が生じることになる。重み付け手段は、前記信号レベル情報抽出手段によって得られた各パイロット信号の信号レベル情報に基づいて前記位相回転検出手段から出力される各パイロット信号の位相回転情報に対し重み付けを行う。重み付け手段は前記抽出手段によって得られた各パイロット信号の信号レベル情報を用いて前記位相回転検出手段から出力される各パイロット信号の位相回転情報に対し重み付けを行うため、信頼性の高い各パイロット信号の位相回転情報を得ることができる。累積量演算手段は、前記重み付け手段によって重み付けされた各パイロット信号の位相回転情報を用いてチャンネル推定時からの各パイロット信号の位相回転の累積量をそれぞれ算出する。シンボル内平均手段は、前記累積量演算手段によって得られた各パイロット信号の位相回転の累積量をひとつのOFDMシンボル内で平均化を行う。移動平均手段は、前記シンボル内平均手段によって得られたひとつのOFDMシンボル内で平均化されたパイロット信号の位相回転の累積量を複数OFDMシンボルに渡って時間方向に移動平均処理を行う。この移動平均処理により、前記シンボル内平均手段によって得られたひとつのOFDMシンボル内で平均化されたパイロット信号の位相回転の累積量に含まれる熱雑音の影響を低減することができる。すなわち、パイロット信号の位相回転の累積量を高精度に検出することができる。除算手段は、前記移動平均手段によって移動平均処理された位相回転の累積量を前記累積量演算手段によって累積されたOFDMシンボル数で除算を行い1個のOFDMシンボルあたりの平均の位相回転量を出力する。このように各パイロット信号の位相回転の累積量を利用して

ひとつの OFDM シンボルあたりの位相回転量を算出することにより、バーストの後ろに行くほど精度良く熱雑音の成分を除去しつつ残留搬送波周波数誤差による 1 個の OFDM シンボルあたりの位相回転量を検出することが可能となる。遅延補正手段は、前記移動平均手段によって移動平均処理された位相回転の累積量に含まれる移動平均に起因する遅延によって生じる遅延誤差を前記除算手段によって得られるひとつの OFDM シンボルあたりの平均の位相回転量を用いて補正を行う。この補正処理により、移動平均処理時の残留搬送波周波数誤差による位相回転成分に生じる遅延誤差を精度良く補正することができる。位相回転補正手段は、前記遅延補正手段から出力される遅延補正処理後の位相回転の累積量に基づいて前記同期検波手段から出力される検波信号に対し残留搬送波周波数誤差および位相雑音により生じる位相回転を補正する。

【0023】

請求項 2 は、請求項 1 の OFDM 復調装置において、前記除算手段が、前記累積量演算手段によって累積された OFDM シンボル数が 2^N (N : 自然数) で表される時に N ビットのビットシフトにより除算を行うことを特徴とする。

【0024】

請求項 2 においては、各パイロット信号のひとつの OFDM シンボル当たりの信号レベルを求めるための除算をビットシフトによって実現するため、回路規模の増加を抑制することができる。さらに、ビットシフトは積分処理を行った OFDM シンボル数が 2^N (N : 自然数) で表される時にのみ行うため、OFDM シンボル毎の動作が不要であり、また、バーストの後ろに行くほどビットシフト処理の頻度が少なくなるため、消費電力を著しく低減できる。

【0025】

請求項 3 は、前記信号レベル情報抽出手段によって得られた各パイロット信号の信号レベル情報を各パイロット信号毎に時間方向に平滑化を行う信号レベル情報平滑化手段がもうけられ、前記重み付けは平滑化された信号レベル情報に基づいて行われることを特徴とする。

【0026】

信号レベル情報平滑化手段は、前記信号レベル情報抽出手段によって得られた

各パイロット信号の信号レベル情報を各パイロット信号毎に時間方向に平滑化を行う。この平滑化により、前記信号レベル情報抽出手段の出力する各パイロット信号の信号レベル情報に含まれる熱雑音の影響を低減することができる、すなわち、各パイロット信号の信号レベル情報を高精度に検出することができる。

【0027】

請求項4は、請求項1あるいは請求項2のOFDM復調装置において、前記信号レベル情報平滑化手段が、前記信号レベル情報抽出手段によって得られた各パイロット信号の信号レベル情報を各パイロット信号毎に複数シンボルに渡って時間方向に移動平均処理を行うことを特徴とする。

【0028】

請求項5は、請求項1あるいは請求項2のOFDM復調装置において、前記信号レベル情報平滑化手段が、前記信号レベル情報抽出手段によって得られた各パイロット信号の信号レベル情報をそれぞれ時間方向に積分するとともに該積分を行った回数で除算を行うことを特徴とする。

【0029】

請求項5においては、フェージングによる伝送路（チャネル）の状態が、1バースト区間を通してほとんど変化しないような場合を前提としている。この場合、各パイロットの信号の1個のOFDMシンボル当たりの信号レベルは、各パイロット信号の信号レベルを1個のOFDMシンボル毎に積分処理を行い、その積分値を、積分を行った回数すなわち積分を行ったOFDMシンボル数で除算することにより求めることができる。この場合、バーストの後ろに行くほど積分するOFDMシンボル数が増加するため平滑化の効果が高くなり、熱雑音の影響をより低減することができるため、高精度に各パイロット信号の信号レベル情報を検出することができる。

【0030】

請求項6は、請求項1あるいは請求項2のOFDM復調装置において、前記信号レベル情報平滑化手段が、前記信号レベル情報抽出手段によって得られた各パイロット信号の信号レベル情報をそれぞれ時間方向に積分するとともに該積分を行った回数が 2^M （M：自然数）で表される時にMビットのビットシフトにより

除算を行うことを特徴とする。

【0031】

請求項6においては、フェージングによる伝送路（チャネル）の状態が、1バースト区間を通してほとんど変化しないような場合を前提としている。この場合、各パイロット信号の1個のOFDMシンボル当たりの信号レベルは、各パイロット信号の信号レベルを1個のOFDMシンボル毎に積分処理を行い、その積分値を、積分を行った回数すなわち積分を行ったOFDMシンボル数で除算することにより求めることができる。この場合、バーストの後ろに行くほど積分するOFDMシンボル数が増加するため平滑化の効果が高くなり、熱雑音の影響をより低減することができるため、高精度に各パイロット信号の信号レベル情報を検出することができる。また、各パイロット信号の1個のOFDMシンボル当たりの信号レベルを求めるための除算をビットシフトによって実現するため、回路規模の増加を抑制することができる。さらに、ビットシフトは積分処理を行ったOFDMシンボル数が 2^M （M：自然数）で表される時にのみ行うため、OFDMシンボル毎の動作が不要であり、また、バーストの後ろに行くほどビットシフト処理の頻度が少なくなるため、消費電力を著しく低減できる。

【0032】

【発明の実施の形態】

（第1の実施の形態）

この形態のOFDM復調装置について、図1を参照して説明する。この形態は請求項1及び請求項3に対応する。

【0033】

アンテナ101で受信されたOFDM信号は、受信回路102に入力される。受信回路102は、入力されるOFDM信号に対して周波数変換、フィルタリング、直交検波等の受信処理を施す。この受信処理の結果、複素ベースバンド信号として受信信号が受信回路102から出力される。

【0034】

受信回路102から出力される複素ベースバンド信号は、同期処理回路103に入力される。同期処理回路103は、入力される複素ベースバンド信号に含ま

れる同期用プリアンブル信号（図5参照）を用いて搬送波周波数誤差およびシンボルタイミングを検出する。そして、受信回路102から入力される複素ベースバンド信号に対して、検出した搬送波周波数誤差の情報を用いて搬送波周波数誤差を補正するための処理を施す。

【0035】

同期処理回路103は、搬送波周波数誤差の補正された複素ベースバンド信号と、検出したシンボルタイミングの情報を出力する。同期処理回路103から出力された搬送波周波数誤差の補正された複素ベースバンド信号と、検出したシンボルタイミングの情報はガードインターバル除去回路104に入力される。なお、シンボルタイミングの検出は、受信したOFDM信号のシンボル間に存在するガードインターバルを除去して各シンボルから有効なデータ成分を抽出するために必要になる。

【0036】

ガードインターバル除去回路104は、同期処理回路103から入力されるシンボルタイミングの情報に従って、入力される複素ベースバンド信号にFFTウィンドウ処理を施す。すなわち、複素ベースバンド信号の1個のOFDMシンボル毎に、FFTウィンドウの時間幅の信号成分だけを抽出し、ガードインターバルを除去する。FFTウィンドウの時間幅は、1OFDMシンボル長からガードインターバルに相当する信号長を引いた時間幅である。

【0037】

ガードインターバル除去回路104によってガードインターバルを除去された複素ベースバンド信号がフーリエ変換回路105に入力される。フーリエ変換回路105は、入力される複素ベースバンド信号に1個のOFDMシンボル毎に高速フーリエ変換処理を施して、入力信号に含まれる多数のサブキャリアの各信号成分をそれぞれ分離する。フーリエ変換回路105で分離された各サブキャリアの信号は、同期検波回路107、チャネル推定回路106およびパイロット信号レベル情報抽出回路108にそれぞれ入力される。

【0038】

チャネル推定回路106は、入力される各サブキャリアの信号のうち、チャネ

ル推定用プリアンブル信号（図 6 参照）に相当する信号成分を用いて受信した OFDM 信号が通ってきた伝送路（チャネル）の状態を推定し、その推定結果を出力する。チャネル推定回路 106 のチャネル推定結果を参照することにより、例えば、各々のサブキャリアの振幅や位相がフェージングによってどのような影響を受けているのかを知ることができる。チャネル推定回路 106 のチャネル推定結果は、同期検波回路 107 に入力される。

【0039】

パイロット信号レベル情報抽出回路 108 は、入力されるサブキャリアの信号のうちパイロット信号の信号レベルを 1 個の OFDM シンボル毎にそれぞれ検出する。パイロット信号レベル情報抽出回路 108 によって検出された各パイロット信号の信号レベル情報は平滑化回路 111 に入力される。

【0040】

平滑化回路 111 は、1 個の OFDM シンボル毎に入力される各パイロット信号の信号レベル情報を各パイロット信号毎に時間方向に平滑化する。この時間方向の平滑化により、受信回路 102 において付加される熱雑音の影響を軽減し、各パイロット信号の信号レベルがフェージングによってどのような影響を受けているのかを精度良く知ることができる。平滑化された高精度の各パイロット信号の信号レベル情報が平滑化回路 111 から出力される。平滑化回路 111 から出力される高精度の各パイロット信号の信号レベル情報は重み付け回路 112 に入力される。

【0041】

同期検波回路 107 は、フーリエ変換回路 105 から入力される複素ベースバンド信号について、チャネル推定回路 106 から入力される各サブキャリアのチャネル推定結果を利用して、サブキャリア毎に、フェージング等のチャネル特性に起因する振幅変動および位相回転を補正するとともに同期検波を行う。同期検波回路 107 が出力する検波信号は、位相回転補正回路 110 に入力されるとともにパイロット信号位相回転抽出回路 109 に入力される。

【0042】

パイロット信号位相回転抽出回路 109 は、同期検波回路 107 から入力され

る検波信号のうち各パイロット信号に相当する信号の位相雑音および残留周波数誤差に起因する位相回転量をそれぞれ検出する。なお、位相雑音は送信装置の送信処理部および受信装置の受信処理部の不完全性によって位相成分に付加される雑音であり、残留周波数誤差は受信装置の同期処理回路における搬送波同期処理の際に受信回路の熱雑音等の影響により残留してしまう搬送波周波数誤差である。この各パイロット信号の位相回転情報がパイロット信号位相回転抽出回路 109 から出力される。パイロット信号位相回転抽出回路 109 から出力される各パイロット信号の位相回転情報は重み付け回路 112 に入力される。

【0043】

重み付け回路 112 は、パイロット信号位相回転抽出回路 109 から入力される各パイロット信号の位相回転情報に対し、平滑化回路 111 から入力される平滑化された高精度の各パイロット信号の信号レベル情報を用いてそれぞれ重み付けを行い、重み付け後の各パイロット信号の位相回転情報信号をそれぞれ生成する。この重み付けは、平滑化回路 111 から入力される各パイロット信号の信号レベル情報に基づいて、信号レベルが大きいパイロット信号の位相回転情報には大きい重み付けを行い、信号レベルが小さいパイロット信号の位相回転情報には小さい重み付けを行う。また、重み付け後の各パイロット信号の位相回転情報信号の生成は、例えば、入力される各パイロット信号の位相回転量を位相成分とし、入力される各パイロット信号の信号レベル値を振幅成分に持つようなベクトル信号を各パイロット信号についてそれぞれ生成することにより行うことができる。なお、この重み付けに用いる各パイロット信号の信号レベル情報は平滑化回路 111 においてそれぞれ時間方向に平滑化されており、受信回路 102 において信号に付加された熱雑音等による信号レベル情報信号の劣化が低減されているため、信頼性の高い重み付け後の各パイロット信号の位相回転情報信号を得ることができる。重み付け後の各パイロット信号の位相回転情報信号（前述の例では各パイロット信号に対応する各ベクトル信号）が 1 個の OFDM シンボル毎に重み付け回路 112 から出力される。重み付け回路 112 から出力される重み付け後の各パイロット信号の位相回転情報信号は累積値演算回路 113 に入力される。

【0044】

累積値演算回路 113 は、重み付け回路 112 から入力される重み付け後の各パイロット信号の位相回転情報信号を用いてチャネル推定時からの位相雑音および残留搬送波周波数誤差に起因する各パイロット信号の累積の位相回転量を演算する。この累積の位相回転量の演算は、例えば、当該 OFDM シンボル処理時に入力された重み付け後の各パイロット信号の位相回転情報信号とその直前の OFDM シンボルの処理時に入力された重み付け後の各パイロット信号の位相回転情報信号の差分値をひとつの OFDM シンボル毎にそれぞれ積分することによって行うことができる。演算された位相雑音および残留搬送波周波数誤差に起因する各パイロット信号の累積の位相回転量が累積値演算回路 113 から出力される。累積値演算回路 113 から出力される各パイロット信号の累積の位相回転量はシンボル内平均回路 114 に入力される。

【0045】

シンボル内平均回路 114 は、累積値演算回路 113 からひとつの OFDM シンボル毎に入力される各パイロット信号の累積の位相回転量をひとつの OFDM シンボル内で平均化を行う。前述の例では、ひとつの OFDM シンボル内の各パイロット信号に対応するベクトル信号をベクトル加算する。位相雑音および残留周波数誤差による各サブキャリアの位相回転量は、ひとつの OFDM シンボル内では各サブキャリアでほぼ同一となる。従って、その累積値も 1 OFDM シンボル内では各サブキャリアでほぼ同一となる。従って、ひとつの OFDM シンボル内で各パイロット信号の位相回転の累積値を平均化することにより、当該 OFDM シンボル中の各サブキャリアの信号に共通な、位相雑音および残留周波数誤差に起因する位相回転の累積値を精度良く知ることができる。ひとつの OFDM シンボル内で平均化された重み付け後の各パイロット信号の位相回転の累積値がひとつの OFDM シンボル毎にシンボル内平均回路 114 から出力される。シンボル内平均回路 114 から出力される 1 OFDM シンボル内で平均化された重み付け後の各パイロット信号の位相回転の累積値は移動平均回路 115 に入力される。

【0046】

移動平均回路 115 は、ひとつの OFDM シンボル毎に入力される 1 OFDM

シンボル内で平均化された位相回転の累積値に対し、複数シンボルに渡る時間方向の移動平均化処理を行い出力する。この時間方向の移動平均化処理により、受信回路 102 において信号に付加された熱雑音等による信号の劣化を低減することができる。移動平均回路 115 から出力される移動平均後の累積の位相回転情報は除算回路 116 に入力されるとともに遅延補正回路 117 に入力される。

【0047】

除算回路 116 は、移動平均回路 115 から入力される移動平均後の累積の位相回転情報に対して累積値演算回路 113 において累積処理した OFDM シンボル数から移動平均回路 115 における移動平均処理により生じる遅延分を差し引いた数で除算を行う。例えば、累積値演算回路 113 において累積処理した OFDM シンボル数が 10 個の OFDM シンボルであり、移動平均回路 115 において 3 OFDM シンボルの移動平均処理する場合について考えてみる。この場合には、3 個の OFDM シンボルの移動平均処理によってひとつの OFDM シンボル分の遅延による誤差が生じるため、除算回路 116 では 9 で除算を行うことになる。また、位相雑音に起因する位相回転の累積値は明らかに 0 となる。従って、この除算によって残留搬送波周波数誤差に起因するひとつの OFDM シンボルあたりの位相回転量が求められる。このように各パイロット信号の位相回転の累積値を利用して各パイロット信号のひとつの OFDM シンボルあたりの位相回転量を算出することにより、バーストの後ろにいくほど精度良く熱雑音および位相雑音の成分を除去することが可能となる。求められた残留搬送波周波数誤差に起因する 1 個の OFDM シンボルあたりの位相回転量情報が除算回路 116 から出力される。除算回路 116 から出力される残留搬送波周波数誤差に起因するひとつの OFDM シンボルあたりの位相回転量情報は遅延補正回路 117 に入力される。

【0048】

遅延補正回路 117 は、除算回路 116 から入力される残留搬送波周波数誤差に起因する 1 OFDM シンボルあたりの位相回転量情報を用いて移動平均回路 115 から入力される移動平均後の累積の位相回転情報に含まれる前述の移動平均処理に起因する遅延によって生じる遅延誤差を補正し、当該 OFDM シンボルの

各サブキャリア信号に含まれる残留搬送波周波数誤差および位相雑音に起因する位相回転の累積量を求める。遅延誤差補正後の累積の位相回転情報が遅延補正回路 117 から出力される。遅延補正回路 117 から出力される遅延誤差補正後の累積の位相回転情報は位相回転補正回路 110 に入力される。

【0049】

位相回転補正回路 110 は、遅延補正回路 117 から入力される移動平均に起因する遅延誤差補正後の累積の位相回転情報を用いて、同期検波回路 107 から入力される検波信号に含まれる位相雑音および残留周波数誤差に起因する位相回転を補正する。位相回転補正後の検波信号が位相回転補正回路 110 から出力される。位相回転補正回路 110 から出力される位相回転補正後の検波信号は識別回路 118 に入力される。

【0050】

識別回路 118 は、入力される検波信号のうち、データ信号（図 6 参照）についてシンボル判定を行い、その判定結果を復調出力として出力する。

【0051】

（第 2 の実施の形態）

この形態の OFDM 復調装置について、図 2 を参照して説明する。この形態は請求項 2 に対応する。この形態は第 1 の実施の形態の変形例である。図 2 において、第 1 の実施の形態と対応する要素は同一の符号を付けて示してある。第 1 の実施の形態と同一の部分については、以下の説明を省略する。

【0052】

図 2 の OFDM 復調装置には、除算回路 116 の代わりにビットシフト回路 119 を備えている。ビットシフト回路 119 の入力には、移動平均回路 115 が出力する移動平均後の累積の位相回転情報が印加される。

【0053】

ビットシフト回路 119 は、各パイロット信号の 1 個の OFDM シンボル当たりの位相回転量を算出するために、移動平均回路 115 が出力する移動平均後の累積の位相回転情報が 2^N （N：自然数）個分の OFDM シンボル分の位相回転の累積値であるような時に、移動平均回路 115 から出力された移動平均後の累

積の位相回転情報をNビットのビットシフトにより除算を行う。なお、このビットシフトは、移動平均回路115が出力する移動平均後の累積の位相回転情報が 2^N (N:自然数) 個分のOFDMシンボル分の位相回転の累積値であるような時にのみ行い、ビットシフト回路119の出力を更新する。なお、移動平均回路115が出力する移動平均後の累積の位相回転情報が 2^N 個分のOFDMシンボル分の位相回転の累積値でないようなときは、前回のビットシフトをしたときの結果をそのまま用いる。また、移動平均回路115が出力する移動平均後の累積の位相回転情報が1個分のOFDMシンボル分の位相回転値であるようなときは、ビットシフト回路119は入力された信号をそのまま出力する。このような処理を行うと、バーストの前行くほどビットシフト回路119の出力が高い頻度で更新され、バーストの後ろに行くほどその更新頻度は低くなる。各パイロット信号の位相回転量の累積値を利用して各サブキャリアの1個のOFDMシンボル当たりの位相回転量を算出することにより、バーストの後ろにいくほど精度良く熱雑音および位相雑音の成分を除去することが可能となる。従って、バーストの後ろの更新頻度を低くしても特性は劣化しない。また、ビットシフトを行うために必要な回路規模は一般に非常に小さいため、回路規模を大幅に低減することができる。ビットシフト回路119によって算出されたパイロット信号の1OFDMシンボル当たりの平均の位相回転量情報は遅延補正回路117に入力される。

【0054】

(第3の実施の形態)

この形態のOFDM復調装置について、図3を参照して説明する。この形態は請求項4に対応する。この形態は第2の実施の形態の変形例である。図3において、第2の実施の形態と対応する要素は同一の符号を付けて示してある。第2の実施の形態と同一の部分については、以下の説明を省略する。

【0055】

図3のOFDM復調装置には、平滑化回路111の代わりに移動平均回路120を備えている。移動平均回路120の入力には、パイロット信号レベル情報抽出回路108が出力する各パイロット信号の信号レベル情報が印加される。

【0056】

移動平均回路 120 は、パイロット信号レベル情報抽出回路 108 が出力する各パイロット信号の信号レベル情報を各パイロット信号毎に複数 OFDM シンボルに渡って時間方向に移動平均処理を行う。この移動平均処理により、パイロット信号レベル情報抽出回路 108 が出力する各パイロット信号の信号レベル情報に対する平滑化が行われる。移動平均回路 120 によって移動平均処理が施された各パイロット信号の信号レベル情報は重み付け回路 112 に入力される。

【0057】

(第4の実施の形態)

この形態の OFDM 復調装置について、図 4 を参照して説明する。この形態は請求項 5 に対応する。この形態は第 2 の実施の形態の変形例である。図 4 において、第 2 の実施の形態と対応する要素は同一の符号を付けて示してある。第 2 の実施の形態と同一の部分については、以下の説明を省略する。

【0058】

図 4 の OFDM 復調装置には、平滑化回路 111 の代わりに積分回路 121 および除算回路 122 を備えている。積分回路 121 の入力には、パイロット信号レベル情報抽出回路 108 が出力する各パイロット信号の信号レベル情報が印加される。

【0059】

積分回路 121 は、パイロット信号レベル情報抽出回路 108 が出力する各パイロット信号の信号レベル情報を各パイロット信号毎に時間方向に積分する。積分回路 121 により積分された各パイロット信号の信号レベル情報は除算回路 122 に入力される。

【0060】

除算回路 122 は、各パイロット信号の 1 個の OFDM シンボル当たりの信号レベルを算出するために、積分回路 121 が出力する各パイロット信号の信号レベル情報の積分値を、積分回路 121 にて積分処理した OFDM シンボル数でそれぞれ除算する。このように各パイロット信号の信号レベルの積分値を利用して各パイロット信号の 1 個の OFDM シンボル当たりの信号レベルを算出することにより、バーストの後ろにいくほど精度良く熱雑音の成分を除去することが可能

となる。除算回路 122 によって算出された各パイロット信号の 1 個の OFDM シンボル当たりの信号レベル情報は重み付け回路 112 に入力される。

【0061】

(第 5 の実施の形態)

この形態の OFDM 復調装置について、図 5 を参照して説明する。この形態は請求項 6 に対応する。この形態は第 4 の実施の形態の変形例である。図 5 において、第 4 の実施の形態と対応する要素は同一の符号を付けて示してある。第 4 の実施の形態と同一の部分については、以下の説明を省略する。

【0062】

図 5 の OFDM 復調装置には、除算回路 122 の代わりにビットシフト回路 123 を備えている。ビットシフト回路 123 の入力には、積分回路 121 が出力する各パイロット信号の信号レベル情報の積分値が印加される。

【0063】

ビットシフト回路 123 は、各パイロット信号の 1 個の OFDM シンボル当たりの信号レベルを算出するために、積分回路 121 にて積分処理した OFDM シンボル数が 2^M (M : 自然数) で表される時に、積分回路 121 から出力された各パイロット信号の信号レベル情報の積分値を M ビットのビットシフトにより除算を行う。なお、このビットシフトは、積分回路 121 にて積分処理した OFDM シンボル数が 2^M (M : 自然数) で表される時にのみ行い、ビットシフト回路 123 の出力を更新する。なお、シンボル数が 2^M であらわされないときは、前回のビットシフトをしたときの結果をそのまま用いる。また、シンボル数が 1 の時はビットシフト回路 123 は入力された信号をそのまま出力する。このような処理を行うと、バーストの前に行くほどビットシフト回路 123 の出力が高い頻度で更新され、バーストの後ろに行くほどその更新頻度は低くなる。しかしながら、前述のように、各パイロット信号の信号レベルの積分値を利用して各サブキャリアの 1 個の OFDM シンボル当たりの信号レベルを算出することにより、バーストの後ろにいくほど精度良く熱雑音の成分を除去することが可能となる。従って、バーストの後ろの更新頻度を低くしても特性は劣化しない。また、ビットシフトを行うために必要な回路規模は一般に非常に小さいため、回路規模を大幅

に低減することができる。ビットシフト回路 123 によって算出された各サブキャリアの 1 個の OFDM シンボル当たりの信号レベル情報は重み付け回路 112 に入力される。

【0064】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、移動平均処理時の残留搬送波周波数誤差による位相回転成分に生じる遅延誤差を精度良く補正することができるため、移動平均後の信号の品質劣化を改善することが可能である。

【0065】

また、移動平均処理時の残留搬送波周波数誤差による位相回転成分に生じる遅延誤差の補正に利用する残留搬送波周波数誤差に起因する 1 個の OFDM シンボルあたりの位相回転量を算出する際に必要な除算をビットシフトすることにより行うことにより、回路規模を大幅に簡略化し、消費電力の増加を大幅に低減することができる。

【0066】

また、受信信号に熱雑音が付加されている場合でも高精度のパイロット信号の信号レベル情報を用いて各パイロット信号の位相回転情報に対して重み付けを行うため、重み付け後の信号の品質劣化を改善することが可能である。

【0067】

また、各パイロット信号の信号レベルの積分値を利用して各パイロット信号の 1 個の OFDM シンボル当たりの信号レベルを算出することにより、バーストの後ろにいくほど精度良く熱雑音の成分を除去することができる。

【0068】

また、各パイロット信号の信号レベルの積分値をビットシフトすることで各パイロット信号の 1 個の OFDM シンボル当たりの信号レベルを算出することにより、回路規模を大幅に簡略化し、消費電力の増加を大幅に低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態の第 1 の例を示す図である。

【図 2】

本発明の実施の形態の第 2 の例を示す図である。

【図 3】

本発明の実施の形態の第 3 の例を示す図である。

【図 4】

本発明の実施の形態の第 4 の例を示す図である。

【図 5】

本発明の実施の形態の第 5 の例を示す図である。

【図 6】

OFDM 信号のバーストフォーマットの例を示す図である。

【図 7】

従来の OFDM 復調装置の構成例を示す図である。

【符号の説明】

- 1、1 0 1 アンテナ
- 2、1 0 2 受信回路
- 3、1 0 3 同期処理回路
- 4、1 0 4 ガードインターバル除去回路
- 5、1 0 5 フーリエ変換回路
- 6、1 0 6 チャネル推定回路
- 7、1 0 7 同期検波回路
- 8、1 0 8 パイロット信号レベル情報抽出回路
- 9、1 0 9 パイロット信号位相回転抽出回路
- 1 0、1 1 0 位相回転補正回路
- 1 1、1 1 1 平滑化回路
- 1 2、1 1 2 重み付け回路
- 1 3、1 1 4 シンボル内平均回路
- 1 4、1 1 5、1 2 0 移動平均回路
- 1 5、1 1 8 識別回路

1 1 3 累積値演算回路

1 1 6、1 2 2 除算回路

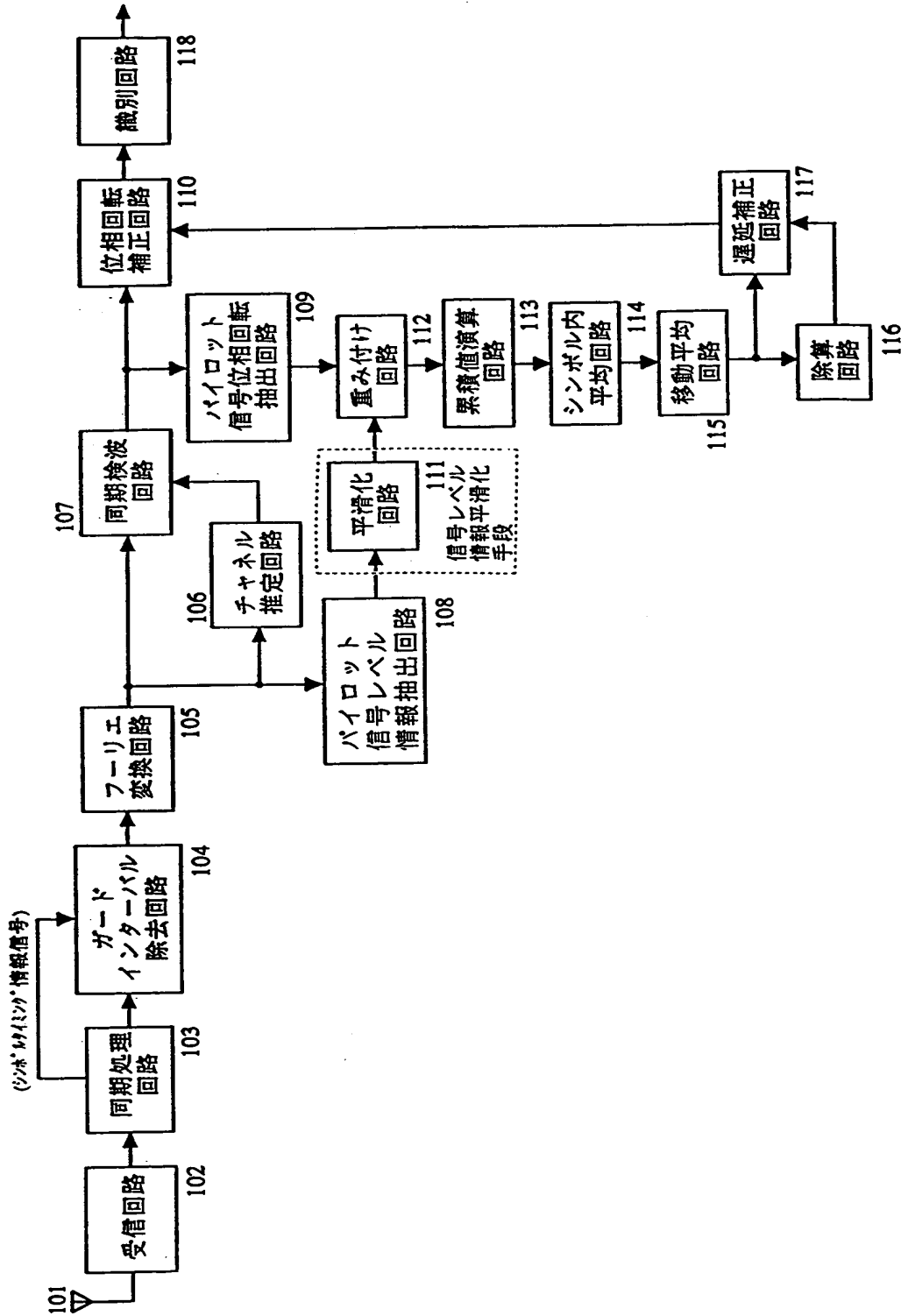
1 1 7 遅延補正回路

1 1 9、1 2 3 ビットシフト回路

1 2 1 積分回路

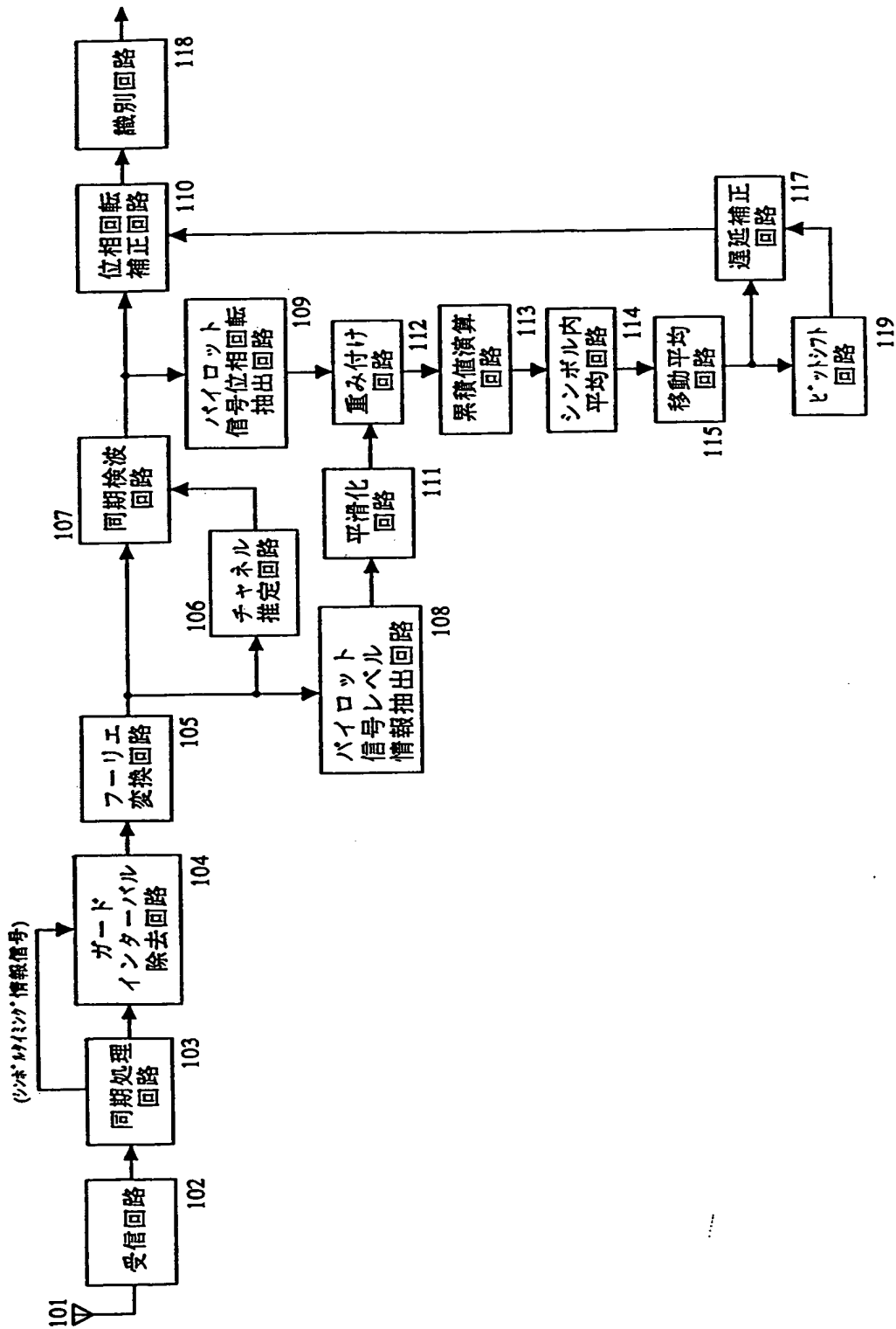
【書類名】 図面

【図 1】



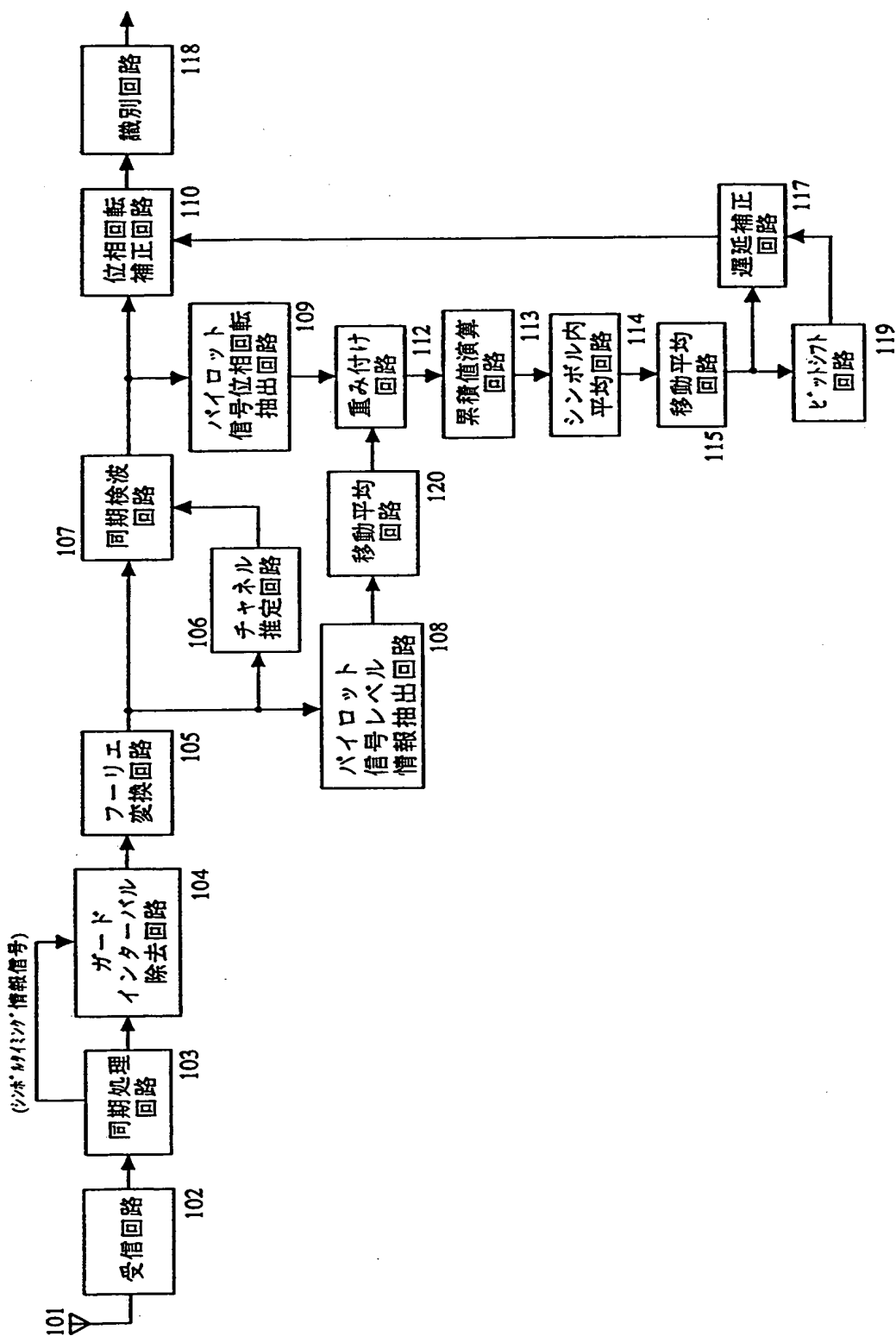
本発明の実施の形態の第1の例を示す図

【図 2】



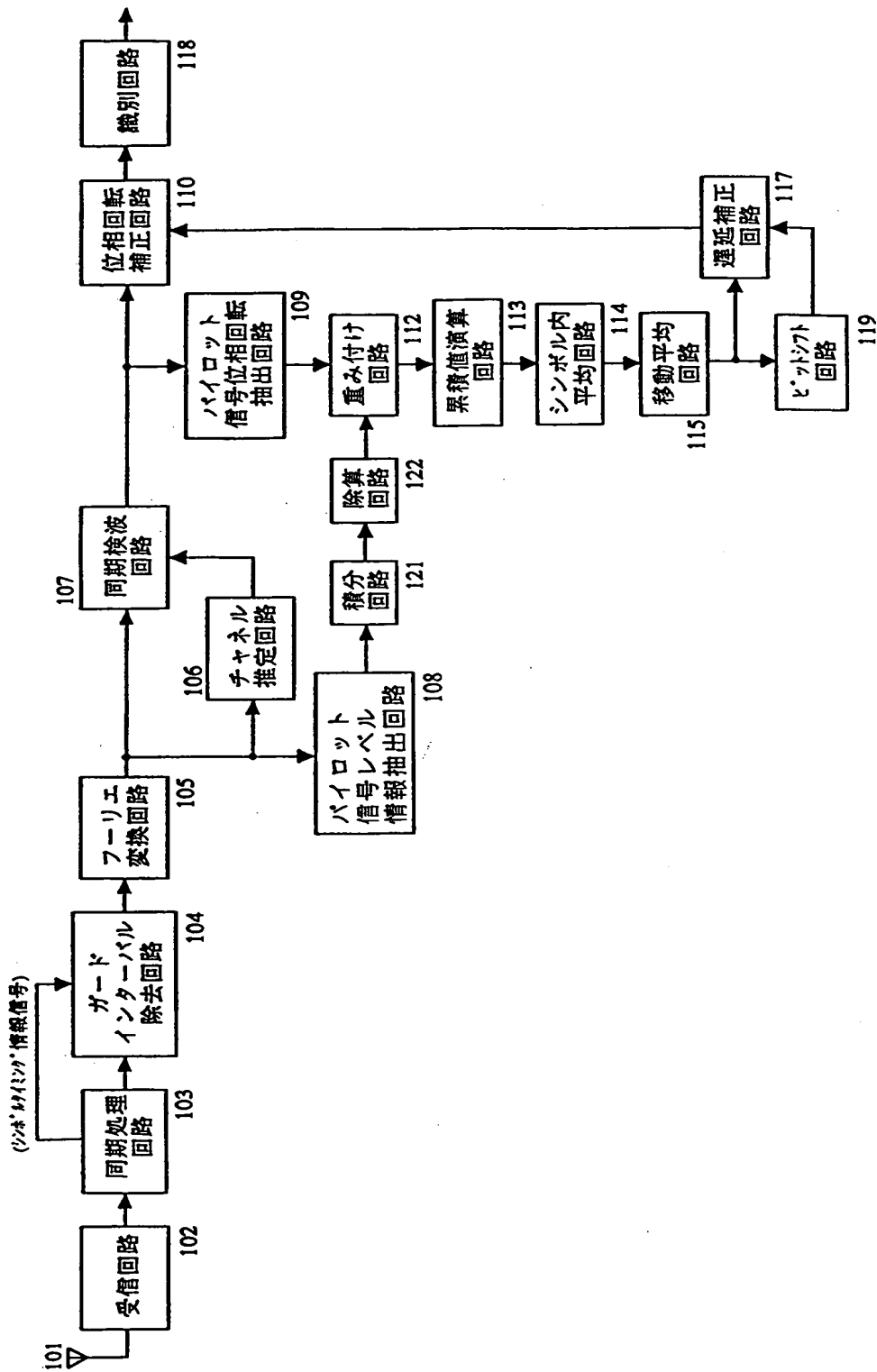
本発明の実施の形態の第2の例を示す図

【図 3】



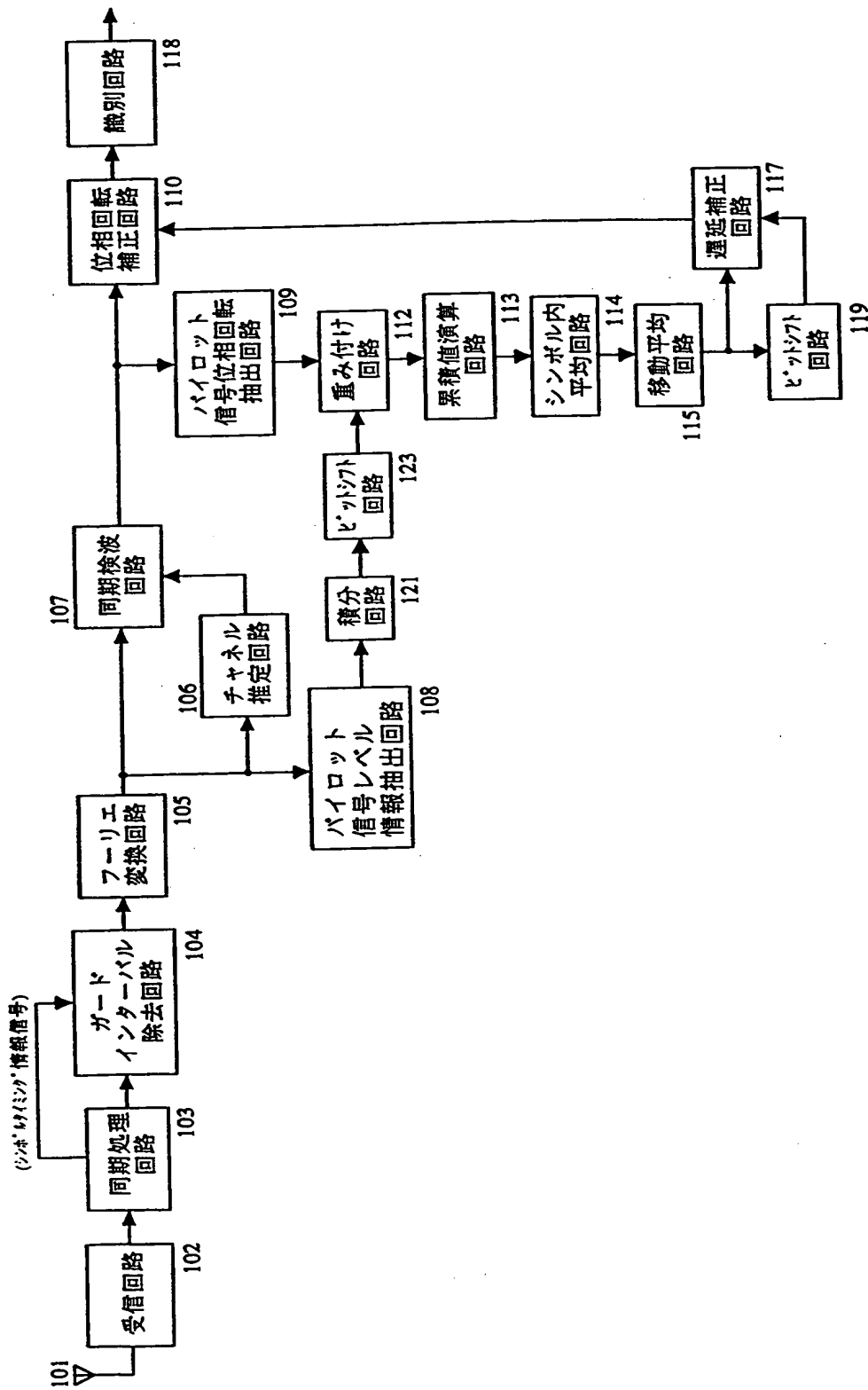
本発明の実施の形態の第3の例を示す図

【図 4】



本発明の実施の形態の第4の例を示す図

【図 5】



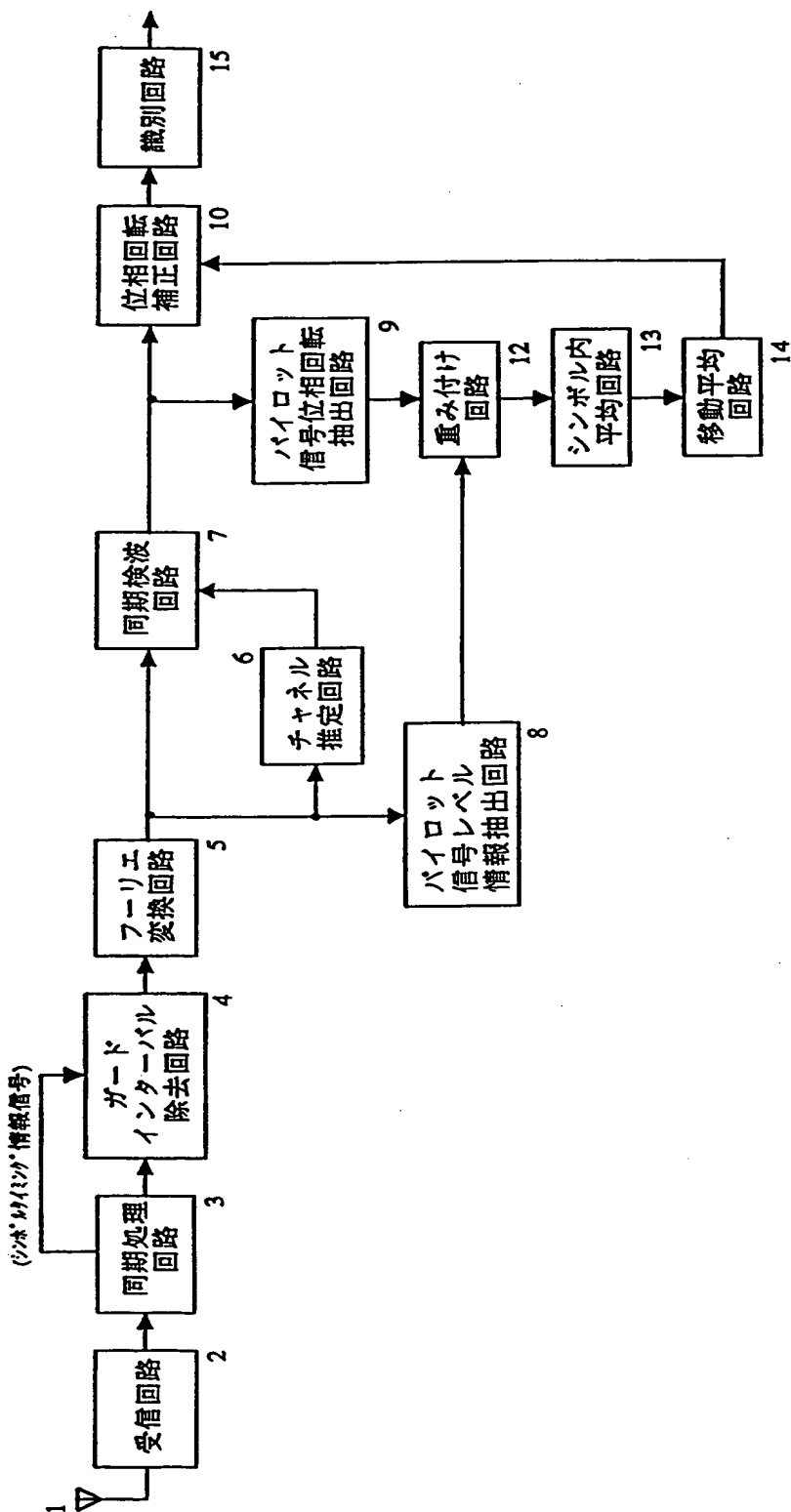
本発明の実施の形態の第5の例を示す図

【図 6】

同期用 プリアンブル信号	チャネル推定用 プリアンブル信号	データ信号
-----------------	---------------------	-------

OFDM信号のバーストフォーマットの例を示す図

【図 7】



従来例のOFDM復調装置の構成を示す図

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 直交周波数分割多重（OFDM）復調装置において、残留搬送波周波数誤差が存在する場合に受信側で復調される信号の劣化を抑制するとともに回路構成の複雑化を回避することを目的とする。

【解決手段】 直交周波数分割多重（OFDM）信号を受信して、各サブキャリア毎の信号に分離するフーリエ変換手段（105）と、分離された各サブキャリア信号を用いてチャネル特性の推定を行うチャネル推定手段（106）と、チャネル推定の結果を用いてフーリエ変換出力のサブキャリア信号に対し等化処理及び同期検波処理を行う回路（107）と、同期検波の出力のうちパイロット信号の位相回転量を検出する手段（109）と、フーリエ変換出力のパイロット信号の信号レベル情報を平滑化する手段（108、111）と、その出力の平滑化されたパイロット信号の信号レベル情報に基づいてパイロット信号の位相回転を重み付け（112）、その結果を平均化し（114）、移動平均処理（115）を行ない、移動平均された位相回転の累積量をシンボル数で除算（116）し、除算の結果により移動平均に起因する遅延誤差を補正し（117）、その出力により前記同期検波回路（107）の出力の残留搬送波周波数誤差及び位相雑音により生じる位相回転を補正する位相補正回路（113）を有する。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000004226]

1. 変更年月日 1995年 9月21日
 [変更理由] 住所変更
 住 所 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号
 氏 名 日本電信電話株式会社

2. 変更年月日 1999年 7月15日
 [変更理由] 住所変更
 住 所 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
 氏 名 日本電信電話株式会社